高温菇 (*Agaricus bitorquis*) 之研究[1]

宋 細 福[2]

摘要 爲闡明高溫菇之菌絲生長、發菇等生理與栽培下種量、栽培適期及加工等有關資料，乃從事以下各種試驗，結果如下：

(一) 菌絲生長以 30°C 最好，15°C 以下及 40°C 以上，15天內不會生長，39°C 爲菌絲生長最高臨界溫度。

(二) 菌絲在 PH 5.1～7 範圍均能生長良好，至 PH 4 及 PH 10 時，則生長顯著不良。

(三) 堆肥水份含量在56～79%範圍內，菌絲均能正常生長，其中以56%左右生長最快，46%以下則生長不良。

(四) 供試培養基中以馬鈴薯堆肥洋菜培養基生長最好，堆肥洋菜、玉米堆肥洋菜及玉米洋菜三種次之，Czapek 培養基最差，菌絲亦稀弱，馬鈴薯洋菜培養基生長慢，但菌絲濃，且在菌絲上極易形成小菇體。

(五) 小子實體 (Pin head) 或菇蕾 (Primodium) 之發生以 30°C 最多，25～35°C 下亦可發生，但數量較少， 20°C 以下，則幾乎無法形成。

(六) 在 25、30、35°C 三種溫度下，相互變溫培養，在上述範圍內無論高溫培養後移於低溫培養，或反之，均能形成小子實體或菇蕾。

(七) 子實體之形成與光線之關係不大，在 0—1000 Lux 下均能出菇，爲管理方便以 50—100 Lux 之光照較爲合宜。

(八) 本試驗用糙米培製之菌種，每坪份折合用 1、2、4、8、16 瓶 (350g) 等處理，經栽培統計分析結果，除用 1 瓶／坪者，產量顯著較差外，其他均無顯著差異。在實用上似應用 2 瓶／坪較爲經濟，但如爲提早出菇，或減少害菌寄生機會，增加菌種用量，亦爲一可行之方法。

(九) 本省氣候下，一般 4～10月間均可栽培，與一般洋菇可以配合作週年栽培。

(十) 高溫菇據國內外學者之鑑定確屬 *Agaricus bitorquis*, 再經生物及加工食用有關試驗資料，確定可供食用。

(十一) 加工冷凍乾燥成品不亞洋菇 (圖五) ，製成罐頭則切片爲適，製成鈕粒者，因此菇有一層薄膜，影響外觀至大。

前 言

高溫菇爲一種極類似洋菇 *Agaricus bisporus* 同屬不同種之菇類(圖七、八)，在本省中部林養菌園發現時，筆者初步鑑定其學名爲*Chitonia* sp [10] ，後經進一步的研究認爲確屬*Chitonia edulis*, ，目前尚有採用 *Agaricus bitorquis* 及 *Psalliota edulis* 等爲學名者 [8] ，美國方面目前採用 *Agaricus bitorouis* 爲學名，本計畫在實施期間與美國 *American Type Culture Collection* 時有連繫，並得其眞菌部門負責人鍾順昌博士之再鑑定及美國方面之贈送新菌株，爲統一計，故本文乃

本試驗所用之高溫菇菌種係由林養菌園林天才先生發現而提供研究，在研究進行期間蒙本所胡技正開仁指導與同仁的協助，及彭金騰先生，系主任杜金池博士商榷而確定學名，又承國際貿易局、農復會補助經費及國家科學委員會獎助，謹誌謝忱。

1.試驗報告農試字第七五一號　2.臺灣省農業試驗所技佐

採用 *Agaricus bitorquis* 為學名。

此種菇類，1972年 Par, J. A. Poppe 在比利時亦曾發現，並予栽培[7]。1974年法國 Somycel 菌種公司，已有年產120噸菌種供應業者栽培的報導[1]。A. D. Zoayen 又用此菇來測定對一般洋菇毒素病（Virus）之試驗，結果發現抵抗力特強[9]。Singer 在 1961 年曾發表認為此種菇之品質、特性等均較洋菇為優[8]。為進一步了解此菇在本省洋菇產期之後，是否可以與洋菇輪替栽培，使現有之菇舍週年利用，以減少生產成本，乃就本省分離所得之高溫菇品種，進行生理、栽培、加工及生物食用檢定等試驗，作為今後推廣及生產之參考。

材料及方法

供試材料如次：1.高溫菇（*Agaricus bitorquis*），為本省中部林養菌園廢洋菇菌床自然發生，經純粹分離所得之品種[10]。2.堆肥：為一般推廣之洋菇堆肥[12]。3.培養材料：玉米粉、馬鈴薯、堆肥、蔗糖、洋菜、Czapek 方藥劑[2]。

試驗方法，分項列述如下：

（一）生理研究方面：

1. 溫度與菌絲生長之關係

本試驗採用堆肥玉米洋菜培養基（配方如本試驗3.不同培養基與菌絲生長關係試驗 D組），將高溫菇菌絲以白金耳切取直徑 3mm 大小，接種於上述培養基上，置於 15. 20. 25. 26. 28. 30. 32. 34. 35. 36. 37. 38. 39. 40°C±0.2 之 Hotpack 定溫箱內作定溫培養，每一溫度處理作五重覆，每三天調查菌絲發育情形並記錄之，結果如表一、二、三。

2. pH 值與菌絲生長之關係

用堆肥玉米洋菜培養基，調整 pH 值為4、5、6、7、8、9、10等七個處理，各別作五個重覆，接種後置於 30°C 溫度下，每三天調查菌絲發育情形並記錄之，結果如表四。

3. 不同培養基與菌絲生長關係

本試驗供試培養基之配方如下：

配方代號	材料種類 (g)						備考
	馬鈴薯	玉米	堆肥	蔗糖	洋菜	水 (c. c)	
A	200	—	—	20	20	1,000	
B	—	100	—	20	20	1,000	
C	200	—	25	20	20	1,000	
D	—	100	25	20	20	1,000	
E	—	—	25	20	20	1,000	

F 用 Czapek 配方（2）。

將上述培養基，各別調整至 PH 7，每一處理作五重複，接種後置於 30°C 定溫培養，觀察菌絲生長情形記錄之，結果如表五。

4. 不同水份含量之堆肥與菌絲生長之關係

本試驗採用一般洋菇栽培用之堆肥[12]，曬乾後加入 5% 之玉米粉，測得 PH 為7.2，再將水份含量調節為40、50、60、70、80%等五個處理後，即各別裝入6支 3×20cm 之大玻璃試管中，塞妥棉栓，經 120°C, 90 分鐘蒸氣殺菌後，各取出一試管測定殺菌後之水份含量，再統一以玉米堆肥洋菜培養基四角瓶平面培養菌種21天，用 2cm 直徑之白金耳取出等量之原種接種後置於 30°C 定溫培養，調查菌絲生長情形，結果如表六。

5. 不同溫度與高溫菇子實體發生之關係

本試驗利用馬鈴薯、堆肥、洋菜培養基（馬鈴薯200克，乾堆肥 25克，洋菜20克，葡萄糖20克，水 1,000cc.），將菌絲以白金耳切取 3mm 徑大小，接種於上述馬鈴薯堆肥洋菜培養基四角瓶內，置於 20, 25, 30, 35°C 下定溫培養，每一溫度處理作五個重複，培養七天後，開始調查子實體發生情形，結果如表七。

6. 變溫處理與子實體形成之關係

將高溫菇菌絲，與上述同樣方法接種於馬鈴薯堆肥洋菜四角瓶培養基上，各置12個於 25, 30, 35°C 下定溫培養七天，然後保留4個繼續作原來溫度培養外，其他培養於 25°C 者各分4個置於30及 35°C 定溫培養， 30°C 培養者各分4個置25及 35°C 定溫培養， 35°C 培養者各分4個置於25及 30°C 定溫培養，再各別調查子實體形成之日期及數量，結果如表八及圖二。

7. 不同幅度週期變溫與子實體發生之關係

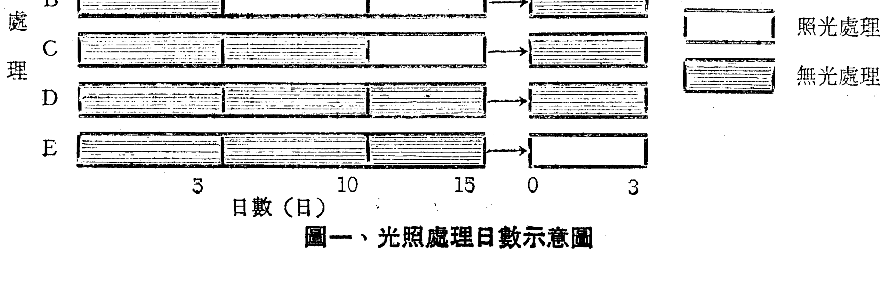
將高溫菇菌絲以白金耳切取直徑 3mm 大小，接種於堆肥馬鈴薯洋菜四角瓶培養基上，計16瓶，置於 30°C 定溫箱內培養一天後，除保留四個繼續保持原 30°C 定溫培養作為對照外，其他則各分四個做 30°C⇄20°C，30°C⇄25°C，30°C⇄35°C 等三組，作週期變溫（每日自上午八時至下午六時各處理置於 30°C 定溫培養，下午六時至次日上午八時，則各別置於 20, 25, 35°C 定溫培養），並調查各處理之子實體或菇蕾形成日期及數量，結果如表九。

8. 不同光照量及照期與子實體發生之關係

將高溫菇菌絲按上述方法接種於堆肥馬鈴薯洋菜四角瓶培養基上，置於 30°C 無光之定溫箱內，依計畫於0、5、10天分三批取出，每批為20瓶，各以四瓶置於 10, 50, 100, 500, 1000 Lux光照，調節為以 30°C之人工氣候控制箱（Growth chamber）內培養至15天時，再全部取出置於 30°C 無光之定溫箱內三天，計培養18天（如圖一A, B, C, ）。

另設一處理， 30°C 無光定溫箱培養15天後，取出置於上述五種光照量下，照光培養三天（如圖一E處理），並以 30°C 無光定溫培養18天者為對照（如圖一D），各處理全部在培養18天時統一調查子實體或菇蕾形成之數量，如表十。

本試驗光度之調節及測量方法如下：將 60×100×150cm 容積分四層，每層並具有六支日光燈光照設備之人工氣候控制箱，以每層開燈數量，調節培養瓶與燈光之距離及用紙遮蓋等方法調節，並用光度測定器各別測定為 10, 50, 100, 500, 1000 Lux，以供試驗。



圖一、光照處理日數示意圖

（二）生物食用檢定

1.供試菇類：A. 一般洋菇（*Agaricus bisporus*），B. 高溫菇（*Agaricus bitorquis*）

2.食用飼料：取上述 A. B 項兩種菇類冷凍乾燥後各加入規定飼料（配方：麵粉 1200 g＋ 酵母粉 160 g＋奶粉400 g＋魚肝油210 g＋鹽30 g）。對照組則用未加任何菇類之規定飼料。

3.方法：以含 100%，80%，40%，20%，10%，0%（CK）菇類之飼料分別用來飼養小白鼠，每種處理用六隻小白鼠爲試驗對象，如此，每一種菇需6×6＝36隻而兩種菇共須72隻小白鼠。由飼養之日起，每五日秤一次體重，並觀察其生長情況。結果如表十一、十二。

（三）栽培試驗

1. 下種量與產量之關係：

本試驗採用米粒菌種，菌種含水量保持 40%左右，每瓶按一般推廣之350公克爲準，下種量分爲1，2，4，8，16瓶／坪計算，作五個處理，每一處理四重複，每重複¼坪，按逢機排列法栽培於 PE 菇舍，栽培材料採用一般推廣之洋菇堆肥[12]，並按洋菇之栽培方法管理及逐日採收秤量記錄之。結果如表十三。

2. 栽培適期試驗：

本試驗採用短期醱酵方法[13]堆積五天之堆肥，於上年（1974）度七、九月及本年（1975）度五月不同時期，以一般洋菇栽培之方法[12]每坪播小麥粒菌種2瓶／350 克，每次栽培一棟／50坪，取上下五層各2坪，合計10坪份，作固定產量試驗，結果如表十四。

（四）加工試驗

1. 冷凍脫水乾燥試驗：

將高溫菇採收後洗淨，切成至 0.5cm 厚左右，按一般洋菇冷凍脫水乾燥之方法，其過程如下：

原料→水洗→切片→急速冷凍−35°C 以下→減壓加溫（80°C）→脫水→成品包裝（圖五）。（本試驗由新竹亞洲食品公司罐頭廠完成）。

2. 瓶裝罐頭加工試驗：

本試驗分爲粒裝及片裝二種加工製罐試驗，過程如下：原料→水洗→去泥土（以剪刀剪掉含土菇脚）→殺青 107°C～99°C，8分鐘（大型菇則9分鐘）→冷却→大型菇切片（小型菇則用整個的）→裝瓶→加塡充液（含鹽4%，維他命 C 0.12%）→脫氣封蓋→殺菌（121°C, 26分鐘）→冷却→成品（如圖六）。

3. 罐裝加工試驗：

本試驗亦分爲粒裝及片裝二種加工製罐，過程如下：原料→水洗→去泥土→殺青（97～99°C, 8 分鐘）→冷却→中粒菇切片（小粒菇則用整個的）→裝罐（7號罐）→加塡充液（含鹽2.4%，維他命C 0.05%）→脫氣→封蓋→殺菌（127°C，15分鐘）→冷却→成品。

（以上2，3項加工製罐試驗係由掬水軒食品加工廠完成）。

試 驗 結 果

(一) 生理研究方面

1. 溫度與高溫菇菌絲生長之關係

本試驗第一次用 15, 20, 25, 30, 35, 40°C±0.2°C 等六種溫度作培養試驗，發現 25～35°C 為其生長溫度範圍後，再以26,28,30,32,34±0.2°C等五種溫度作培養試驗，最後以36, 37, 38, 39, 40°C±0.2°C等溫度測定高溫菇菌絲生長高溫臨界點，結果如一至三表。

表一、不同溫度與菌絲生長測定表之一 (cm)

培養日數	溫度 °C					
	15	20	25	30	35	40
3	0	±	+	+	+	0
6	0	0.8	1.4	2.1	1.0	0
9	0	0.9	1.9	2.6	1.2	0
12	0	1.3	2.1	3.0	1.6	0
15	0	1.4	2.2	3.2	1.8	0

註±：在接種原上剛長菌絲，未達培養基上者。
＋：菌絲已伸達培養基，但長度在 0.1cm 以下者。

表二、不同溫度與菌絲生長關係測定表之二 (cm)

培養日數	溫度 °C					
	26	28	30	32	34	
3	+	+	+	+	+	
6	0.6	0.7	1.0	0.9	0.8	
9	1.0	1.5	2.0	1.4	1.3	
12	1.5	2.0	2.8	2.0	2.0	
15	1.9	2.9	3.6	2.7	2.6	

註 ＋如表一。

表三、不同溫度與菌絲生長關係測定表之三 (cm)

培養日數	溫度 °C					
	36	37	38	39	40	
3	+	+	0	0	0	
6	+	+	±	0	0	
9	1.4	0.8	0.2	±	0	
12	1.6	0.9	0.3	+	0	
15	1.7	1.0	0.4	+	0	

註：±、+如表一。

由上表一、二、三觀察得知，本省分離所得之高溫菇菌絲在 15°C 以下，39°C 以上，均不會生長，其中以 30°C 最適生長。

2. 不同 pH 值與菌絲生長之關係

本試驗計畫調整 pH 值為 4，5，6，7，8，9，10 等七個處理，但實際實施培養之 PH 值為4.1、5.1、6.1、7.0、8.05、9、10。培養測定結果，如表四。

表四、不同 pH 值與菌絲生長之關係 (cm)

調查日數	PH 值						
	4.1	5.1	6.1	7.0	8.05	9.0	10.0
3	0.7	1.2	1.1	1.2	0.9	1.1	+
6	1.5	2.5	2.3	2.4	1.8	1.8	0.7
9	2.5	3.8	3.5	3.7	3.1	2.9	1.1
12	3.5	4.70	4.5	4.7	4.0	3.6	1.7
15	4.6	5.8	5.7	5.8	5.0	4.4	2.1

由上表觀察得知，高溫菇菌絲以 pH 5.1～7 範圍內均能生長良好，至 pH 4 及10時，即有顯著生長不良現象。

3. 不同培養基與菌絲生長之關係

本試驗將各供試培養基培養調查結果，整理如表五。

表五、不同培養基與菌絲生長關係 (cm)

調查日數	培養基種類					
	A	B	C	D	E	F
4	1.1	0.9	1.2	1.2	1.2	1.0
7	1.8	2.2	2.5	2.3	2.4	1.7
11	2.7	3.8	5.0	3.6	4.0	2.6
14	3.0	4.5	6.0	4.3	4.7	3.0

由上表觀察得知，供試培養基中以 C 組馬鈴薯堆肥洋菜培養基生長最好，E 組堆肥洋菜，D 組玉米堆肥洋菜及 B 組玉米洋菜等組次之，F 組 Czapek 培養基最差，菌絲亦弱，A 組馬鈴薯洋菜培養基生長慢，但菌絲甚濃，且可在菌絲上形成多量之小菇體。

4. 不同水份含量之堆肥與菌絲生長之關係

本試驗原計畫將供試堆肥含水量調整爲40、50、60、70、80%等五個處理，但經殺菌處理後應用時，測定平均結果爲38、46、56、68、79%。試驗調查結果列如表六。

表六、不同水份含量之堆肥與菌絲生長之關係 (cm)

調查日數	堆肥含水量 (%)					備考
	38	46	56	68	79	
10	0	0	+	1.50	1.50	
17	0	+	3.25	2.60	2.56	
21	0	1.00	4.20	3.70	3.84	
24	0	1.50	5.02	4.50	4.70	
36	0	1.50	8.70	7.92	9.24	

註：+如表一。

由上表觀察得知，高溫菇菌絲在56～79%水份含量之堆肥上均能生長良好，而在46%以下則菌絲生長不良。

5. 不同温度與高温菇子實體發生之關係

表七、不同溫度與高溫菇子實體發生之關係

溫度 (°C)	調查日期 (日) 7	10	13	16	27
20	0	0	0	0	0
25	0	0	0	3	17
30	3	30	46.4	55.4	—
35	0	0	32.5	41.0	—

註 一菌落長滿一圈子實體，且已成堆，無法計數。

由上表觀察得知，高溫菇在洋菜培養基上，以 30°C 發生子實體或菇蕾數量最多，時間亦最快， 35°C 次之， 20°C 則培養27天尚無法形成子實體或菇蕾。

6. 變温處理與高温菇子實體形成之關係

表八、變溫處理與高溫菇子實體形成之關係

溫度處理別 (°C)	調查日期 (日) 7	10	13	16	19	27
25（7天）25	0	0	0	1.25	9.25	15.75
25（7天）30	0	0	33.50	34.50	—	—
25（7天）35	0	0	13.50	30.75	—	—
30（7天）30	2.00	30.75	37.50	49.25	—	—
30（7天）25	4.25	8.00	29.25	31.50	—	—
30（7天）35	2.00	30.25	39.00	41.25	—	—
35（7天）35	0	0	30.00	37.50	—	—
35（7天）25	0	0	28.00	34.50	—	—
35（7天）30	0	12.25	40.00	49.50	—	—

由上表觀察得知，25，30，35°C 不作變溫處理培養者，以 30°C 處理之子實體及菇蕾形成最快，數量亦較多，35°C 次之，25°C 最慢，且較少。變溫處理部份，無論變溫前或變溫後之溫度處理，凡有經 30°C 培養者，子實體或菇蕾之形成亦較經 25°C 或 35°C 者爲快且多（如圖二）。

7. 不同幅度週期變溫與子實體發生之關係

表九、不同幅度週期變溫與子實體發生之關係

週期變溫別 (°C)	調查日期（日）				
	7	10	13	16	19
30←→20	0	38.00	27	100	—
30←→25	0	45.75	—	—	—
30←→30	0	26.00	52.25	—	—
30←→35	3.00	120.00	—	—	—

註 ↔：每日 8 至18時各處理置於 30°C 培養，18時至次日 8 時再各別置於20．25．35°C 作週期變溫培養。

一：菌落長滿一圈小子實體，且已成堆，無法計數。

由上表觀察得知，實施週期變溫 30↔25°C, 30↔35°C 者，子實體或菇蕾形成較快且多。但 30↔20°C 者在培養16天後却較不變溫（30°C）者爲慢。

8. 不同光照量及照期與子實體發生之關係

表十、不同光照量及照期與子實體發生之關係

處理別	光照日數（日）	光照量（Lux）				
		10	50	100	500	1000
A	15	—	—	96.00	71.75	58.25
B	10	—	—	—	82.25	62.75
C	5	—	—	—	—	—
D	0	—	—	—	—	—
E	0	—	—	—	—	—

註：A, B, C, D, E 處理，參照試驗方法及圖一說明。

一　與表九之代號同。

由上表觀察得知，無光或 100 Lux 以下之弱光對高溫菇子實體或菇蕾之形成不會有不良之反應， 500 Lux 以上長期的光照則對子實體之形成稍有不良影響。

（二）生物食用檢定

表十一、飼料中加入各濃度之洋菇對小白鼠生育之影響

日期 處理別		100%		80%		40%		20%		10%		CK	
月	日	剩餘隻數	平均體重(g)	剩餘隻數	平均體重(g)	剩餘隻數	平均體重(g)	剩餘隻數	平均體重(g)	剩餘隻數	平均體重(g)	剩餘隻數	平均體重(g)
4	10	6	17.6	6	17.6	6	17.1	6	17.8	6	18.1	6	17
4	15	4	11.5	5	15.2	6	18.3	6	21.2	6	21.3	6	23.5
4	20	0	0	5	13.1	6	20.1	6	18.5	6	21	6	22.1
4	29	—	—	4	13.5	6	22.1	6	21.5	6	25.3	6	25.8
5	10	—	—	2	16	6	18.1	6	22.1	6	26	6	24.8
6	15	—	—	2	20	6	22.1	5	27.3	6	31	6	37
8	10	—	—	1	13	4	30	5	26	6	27.3	6	31.8
8	25	—	—	1	16	4	31	4	22.2	6	28.3	6	30.8
9	12	—	—	1	17	4	28.1	4	24.2	6	29.1	5	33.3
10	6	—	—	0	0	4	31.1	4	26.5	6	28.3	5	36.8
11	21	—	—	—	—	4	33.3	3	30.7	4	30.2	5	32.5
1	20	—	—	—	—	1	34	2	34	4	31.8	5	35.5
4	19	—	—	—	—	0	0	2	36.5	4	32.3	4	35.5
6	21	—	—	—	—	—	—	0	0	3	30.5	3	30
7	5	—	—	—	—	—	—	—	—	1	35	3	29.5
9	20	—	—	—	—	—	—	—	—	0	0	3	24.3
9	27	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	25
10	11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	24

由表十一、可觀察出一現象：飼料中含洋菇成分比例越大者，小白鼠生育之情況越差，且死亡之速率亦增快。

表十二、飼料中加入各濃度之高溫菇對小白鼠生育之影響

日期 \ 處理別		100%		80%		40%		20%		10%		CK	
		剩餘隻數	平均體重(g)	剩餘隻數	平均體重(g)	剩餘隻數	平均體重(g)	剩餘隻數	平均體重(g)	剩餘隻數	平均體重(g)	剩餘隻數	平均體重(g)
月	日												
4	10	6	19.3	6	18.1	6	18.5	6	17.5	6	18.5	6	18.6
4	15	2	12	6	17.2	6	20.2	6	20.3	6	22	6	22.8
4	20	0	0	1	14	6	21.3	6	20	6	21.5	6	23
4	29	—	—	0	0	6	23.1	5	25	6	23.1	6	25.6
5	10	—	—	—	—	5	20.5	4	25.5	6	22.1	6	22.1
6	15	—	—	—	—	5	25.3	4	28.3	6	25.1	6	32.1
8	10	—	—	—	—	4	22.1	3	26.3	6	26.8	6	31.5
8	25	—	—	—	—	4	25.5	3	26.6	5	29.3	6	31.6
9	12	—	—	—	—	4	23.5	3	23.6	5	27.5	6	26.6
10	6	—	—	—	—	4	23.8	3	27.6	5	31.1	5	32
11	21	—	—	—	—	2	28	2	29.5	4	30	5	32.8
1	20	—	—	—	—	0	0	0	0	4	32.6	5	36.4
4	19	—	—	—	—	—	—	—	—	3	32.6	5	34
6	21	—	—	—	—	—	—	—	—	2	29.5	5	29.6
7	5	—	—	—	—	—	—	—	—	2	31.5	4	29.5
9	20	—	—	—	—	—	—	—	—	1	20	1	25
9	27	—	—	—	—	—	—	—	—	0	0	1	24
10	11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	20

由表十二、得一結論：飼料中含高溫菇成分比例越大者，小白鼠生育之情況越差，且死亡之速率亦增快。

(三) 栽培產量

1. 高温菇下種量與產量之關係

本試驗各處理每一重複爲¼坪，按每坪用 1，2，4，8， 16瓶／350 (g) 之米粒菌種折

算播種，結果產量分析如表十三。

表十三、高溫菇下種量與產量關係統計分析表

處理別	重			複	平均產量g/¼坪
	1	2	3	4	
A	1060	1500	1130	1060	1187.5
B	2140	4300	1960	2300	2675.0
C	970	4160	4180	1740	2762.5
D	1280	2700	6120	1120	2805.0
E	3940	3200	4640	2460	3560.0

L. S. D. 5%＝2161.59　　1%＝303.59

註：處理別 A. B. C. D. E. 爲折合每坪菌種用量 1，2，4，8，16瓶／350 (g) 之米粒菌種。

由上表觀察得知，菌種用量之多寡與產量有成正比之趨勢，但以統計分析結果，除用 1 瓶／坪者，其產量比其他各處理顯著較差外，其他均未達 5 %之顯著性差異。

2. 栽培適期試驗

表十四、不同時期栽培高溫菇產量統計表

栽培期次		第一期	第二期	第三期
下種日期		63. 7. 8	63. 9.17	64. 5.21
覆土日期		63. 7.20	63. 9.30	64. 6. 3
開始採收日期		63. 8. 3	63.10.12	64. 6.16
總採收日數		30	30	30
小區產量 公斤／坪	1	8.56	10.58	6.84
	2	17.20	5.40	12.87
	3	7.84	3.13	23.60
	4	9.20	15.64	13.07
	5	3.88	9.07	14.04
	6	16.64	17.83	13.28
	7	16.72	6.76	17.79
	8	6.96	19.13	16.92
	9	5.12	10.75	10.79
	10	10.80	12.06	10.00
平均產量 公斤／坪		10.29 x̄	11.24 x̄	13.92 ±

偶　差：第一期與第二期爲 1 ：1 以下，第二期與第三期爲2.98：1，第一期與第三期爲 8 ：1 。

註　x̄ ：第一、二期採收一個月後，因黑翅菌蠅爲害，無法再採收。

±：第三期經徹底防治，可以繼續採收。

由上表觀察得知，第一、二、三期30日內採收產量，經統計分析結果，其偶差均在32：1以下，故均未達顯著差異。

（四）加工試驗

A. 冷凍脫水乾燥試驗結果：1.步留：12：1（洋菇12.5：1）。 2.含水量：成品4％以下，生原料93％。 3.色澤：良好。 4.品味：與洋菇比較，組織較韌，成品不易破碎，鮮味稍差。 5.加工處理方面：此菇柄短粗大，加工後之成品佔空間較少，包裝方便。又菇組織較硬，故易於洗滌。

B. 瓶裝加工結果： 1.殺菁收縮率：大約14％。 2.殺菌收縮率：8％。 3.PH 值：成品為 5.8（正常）。 4.保溫：37°C. 55°C 第七天正常，未有膨罐。 5.成品 Be′：2.6～2.8。 6.含蟲體：沒有。 7.組織性：較硬，纖維過多。 8.風味：良。 9.品嚐反應：（1）用整個菇體為原料時，由於其含有一層膜，致形態不良。 （2）組織偏硬。 （3）風味佳良。 （4）廿位品嚐人員，皆認為風味及美味異於冬季洋菇，其中50％對洋菇較為喜愛，40％對高溫菇較為喜愛，10％無意見。 10.汁液：稍有輕微混濁，不甚清澈透明。

C. 罐裝加工結果 1.殺菌收縮率：5％。 2.PH 值：5.6～5.8。 3.保溫： 37°C. 55°C，第三天正常。 4.成品 Be′：2.2～2.4.

討　　論

高溫菇(*Agaricus bitorquis*(Que′l.)Sacc.)同種異名者頗多，R. R. Singer 採用 *Agaricus bitorquis* 為其學名，並認為其香氣、味道及品質均優於洋菇（*Agaricus bisporus*），為一很有前途之菇類[8]。近經分析蛋白質含量之結果，顯示洋菇為 2.64％，而高溫菇為 6.67％，已達兩倍以上[16]，故 Singer 所謂之味道優於洋菇，該有其理由在。目前根據鄭氏等一行1975年之歐美考察報告，荷蘭市場均已有多量高溫菇之鮮菇出售[15]。1974年美國 Institute of Food Technologists 曾作一科學性之品嚐試驗，結果絕大多數均認為適合於食用，同時此種高溫菇之食用已為美國農部所認可。至於高溫菇與洋菇兩者間食用之比較，則因人而異，各有所好，偏愛參半，亦有小部分人士對此兩者均認可口，無所偏愛[5]。 本試驗加工後，經多人品嚐結果亦復如是。一般而言，高溫菇較洋菇之質地為結實，硬、脆、風味較濃，這是引起人們初食時感到不同之反應，今後外銷上是否能為廣大世界市場全面快速接受，及加工與栽培方面之技術應如何調整配合，實有待進一步實驗與拓展，才能作一定論。

至於菌絲生長生理方面，Poppe 氏[7]試驗指出最低為 20°C, 24～32°C 可生長良好，最適為28°C，本試驗測得亦極為相似，惟最適溫度以 30°C 比 28°C 為好，而最高生長溫度臨界為39°C，故本省在培製菌種時可採 28～30°C 之培養室培養之。 pH 值與菌絲生長關係 ，本試驗以 pH7 及微酸性者生長較好，此與 Poppe 氏之試驗亦相同[7]。堆肥含水量，本試驗以56％左右在 24 天內調查結果，認為對菌絲生長較為有利，至36天後則以79％者生長較快，惟此堆肥在試管中置於定溫箱內經36天後，可能是失水關係，使堆肥含水量減少，故此後期之菌絲生長轉快，似應與失水而達到60％左右適合此菌絲生長有關。在栽培時堆肥似亦應控制在60％左右，以達到菌絲生長最適條件。

Darryl P. Hume and W. A. Hayes, 1972 為證明洋菇（*Agaricus bisporus*）子實體形成之原因，曾成功的在洋菜培養基上培養出多量的子實體[3]， 但在一般培養情況下，卻很少能見到在洋菜培養基上長出洋菇之小子實體（Pin head），或菇雷（Primordium）來，而本試驗之高溫菇（*Agaricus bitorquis*）卻很容易在馬鈴薯煎出液之洋菜培養基上形成多量的子實體，該子實體初時為團狀菌絲塊（Primordium），本試驗名之為菇蕾（圖二A），此菇蕾在 1～2 天內即漸漸組織化形成小子實體（圖二DG），該小子實體往往可以再贅生數個小子實體，使菌落上形成輪狀小

子實體囿，而難以確定計數。高溫菇之菌絲以 30°C 生長最快，子實體之形成亦以 30°C 最快，且數量較多（圖二，D），若以 25. 30. 35°C 下各別培養7天後，再予變溫處理（如表八），結果仍以在變溫前或變溫後有經 30°c 培養者其子實體之發生較快，若再以不同幅度行週期變溫處理（如表九），則以 30↔35°C 變溫處理者發菇最快，其他 30↔20，30↔25°C 及 30↔35°C 者亦均在培養10天內可以發生小子實體。由此溫度試驗可以看出，高溫菇在本省5～10月間，氣溫由五月之較低溫至七月漸漸變高，或由七、八月之較高溫至九、十月漸漸變低的情況下應均能形成小子實體，故本栽培適期試驗所得結果：表十四：五、七、九月下種栽培者，其產量均無顯著差異，應屬合理與正常。惟在細菌性病害 (Bacterial Blotch) 方面，經初步觀察結果似以 30°C 以下較 30°C 以上之發生機會爲少，值得今後栽培管理上之參考。

光照與食用菇類之關係，1967年 Haruhiko Ishikawa 曾對 *Lentinus edodes* (Berk.) Sing，作過詳細的研究 [4]。張氏1970年對 *Volvariella volvacea* 亦作過深入的探討 [11]，他們均發現光照對他們所研究之食用菇類均有很敏銳的反應，而本供試之 *Agaricus bitorquis* 對光照之反應却不敏感，即使在全無光照之黑暗下，亦能正常的形成子實體。如在 500～1000 Lux 之亮光下培養，雖然長菇稍慢，且較少，但仍長出正常之子實體。爲瞭解本試驗採用洋菜培養與一般栽培者是否有差異，乃於本計劃外，初步在同一人工氣候控制箱內進行一項以堆肥爲材料之盆栽試驗，調節光照度爲 0、10、50、100、500、1,000 Lux 等六個處理，在 30°C 下覆土10天後調查，以 0 Lux 完全無光照者長菇最多，1,000 Lux 者出菇之時間晚3～4天，數量亦較少（如圖三照片）。此與表四，所示不同光照量及照期與子實體發生關係之結果極爲吻合。故一般栽培時，菇舍之光度應控制在 100 Lux以下較爲適合。

至於高溫菇產量方面，1972年 Poppe, Par J. A. [7] 在比利時初步栽培結果，自一公斤之堆肥中，採收六週期，最多可以生產410.8至658.2公克的高溫菇，但一般平均產量只有 21.46公克。如以本省目前用100公斤之堆肥栽培一坪計算，則其所栽培之最高產量將可折每坪達 40～65公斤以上。又最近（1974年）根據 Fre. C. Atkins, 在 The Mushroom Journal [1] 報導法國 Somycel 菌種公司對此高溫菇已經生產120噸的小麥菌種供應業者栽培，此項報導如屬確實，則法國Somycel 公司所生產之高溫菇菌種將最少可栽培十萬坪以上之面積，惟其產量情形未見報導。本試驗第一次栽培結果，折合最高產量區只有24.48公斤／坪，平均產量只有10～13公斤／坪左右，而最低產區只有3.88公斤／坪，（如表十三），而Poppe, Par J. A. 氏之平均產量折合亦只有21.46公斤／坪。本試驗第二次栽培結果，發現第一、二期因受黑翅菌蠅之爲害 [14]，採收一個月後堆肥中已有大量蟲體，無法再繼續生產，有鑑於此，乃在第三期栽培時，根據本所應用動物系林珪瑞先生之試驗方法，將菇舍內外先噴一次1／100賽文，再於門窗細紗網上每週噴一次 1／100濃度之大利農殺蟲劑，平時並嚴防蟲體進入菇舍等措施，結果頗爲理想，故在一個月之採收期中不但產量已趨提高，而尚可繼續生產。故高溫菇之生產，對害蟲方面之克服將是一大課題。

本試驗所採用之堆肥配方，均暫以栽培洋菇 [6] [12] 者爲準，爲進一步探討是否有改進必要，乃依據本試驗菌絲生理試驗所發現，在洋菜培養基中含有澱粉類煎汁成份者，較僅有洋菇堆肥煎汁之洋菜培養基之子實體發生量爲多，且快，故再作一本計劃外之初步試驗，發現在堆肥中，加入2％之「粉頭」（飼料澱粉之一種），結果對菇體之產生有很大的補益（如圖四照片），在同樣一個月內之產量有已達32公斤／坪以上者，故高溫菇栽培用之堆肥頗有進一步研究之價值。

測定菇類是否含有毒性的問題，過去人們曾採用銀針穿刺菇體，觀察銀針是否黑變，或採用化學藥劑之反應方法作重要依據，但由於菇類之毒性有多種，故均很難作一正確的定論。民間亦有人以觀察菇體是否有蟲類吃過的痕跡來判定，如有蟲類吃過則認爲無毒，但這種方法亦不可靠，因亦有專吃毒菇之蠅類，可以進食毒菇而不中毒，故目前尚以採用特定之生物食用檢定較可靠。本試驗利用洋菇及高溫菇飼養小白鼠，雖在5天後有死亡的現象，但若將未死亡者改飼正常之飼料，則即可回復健康

活力，故表十一、十二飼養 100%菇體飼料者五天後死亡現象，應可解釋爲熱能不够，營養不良而死亡，尚談不上有毒，同時洋菇已早爲世界各國人所食用，而高溫菇亦爲歐美各國近年推廣供食之新菇類[5、8、15]。

參 考 文 獻

1. Atkins, F. C. 1974, The Somycel Story 1 : Yesterday and today. The Mushroom Journal 15 : 100—104.
2. Alexopoulos, C. J. E. S. Beneke 1968, Laboratory Manual for Introductory Mycology. 199 pp.
3. Darryl p. Hume and W. A. Hayes, 1972, The Production of Fruit-body Primordia in *Agaricus bisporus* (Lange) Sing, on Agar media. Mushroom Science VIII p527—532.
4. Haruhiko Ishikawa, 1967, Physiological and Ecological Studies on *Lentinus edodes* (Berk) Sing, Jour. Agr. Lab. Cent. Res. Inst. Elec. Pow. Ind. No. 8 p1—57.
5. Institute of Food Technologists, 1974, Journal of Food Science. (Reprinted) Purchased by U. S. Dept. of Agriculture for official use.
6. Kligman, A. M. 1950, Handbook of Mushroom Culture. Business Press INC. Lancaster, Pennsylvania 356 pp.
7. Pope, Par J. A. 1972, UN Excellent Agaricus Tetra sporique cultivable Commer-cialement Avec Succes Mushroom Science 8 : 517—525.
8. Singer, R. 1961, Mushroom and Truffles. Interscience publisher Inc. New York 272 pp.
9. Zaayen A. D. 1972, Spread, Prevention, and Control of Mushroom Virus Disease. Mushroom Science 8 : 132—154.
10. 宋細福、胡開仁 1971 高溫性洋菇之研究，臺灣區第三屆洋菇學術討論會報告，P44～50. 。
11. 張樹庭、游中驥 1970 光照度對草菇生育之影響，中國園藝，第十六卷第三期 P6～9.
12. 何銘樞 1972 最新洋菇栽培理論與實際，瑞成書局 P113.
13. 施明山、宋細福、胡開仁 1974 洋菇堆肥短期醱酵及實際栽培技術之研究，臺灣農業季刊，第十卷第三期 P118～130。
14. 林珪瑞 1975 菇舍害蟲黑翅蕈蠅，豐年，25卷13期。
15. 鄭奘 1975 國外洋菇產業的觀感，中國園藝第二十一卷第四期 P161～170。
16. 宋細福、張翻楚 1975 新興菇 *Chitonia* 產製銷之研究，國貿局輔導新發展農產品外銷研究計劃中第一年期終報告，油印本。

STUDIES ON THE HOT MUSHROOM(*Agaricus bitorquis*)

by

Si-Fu Song

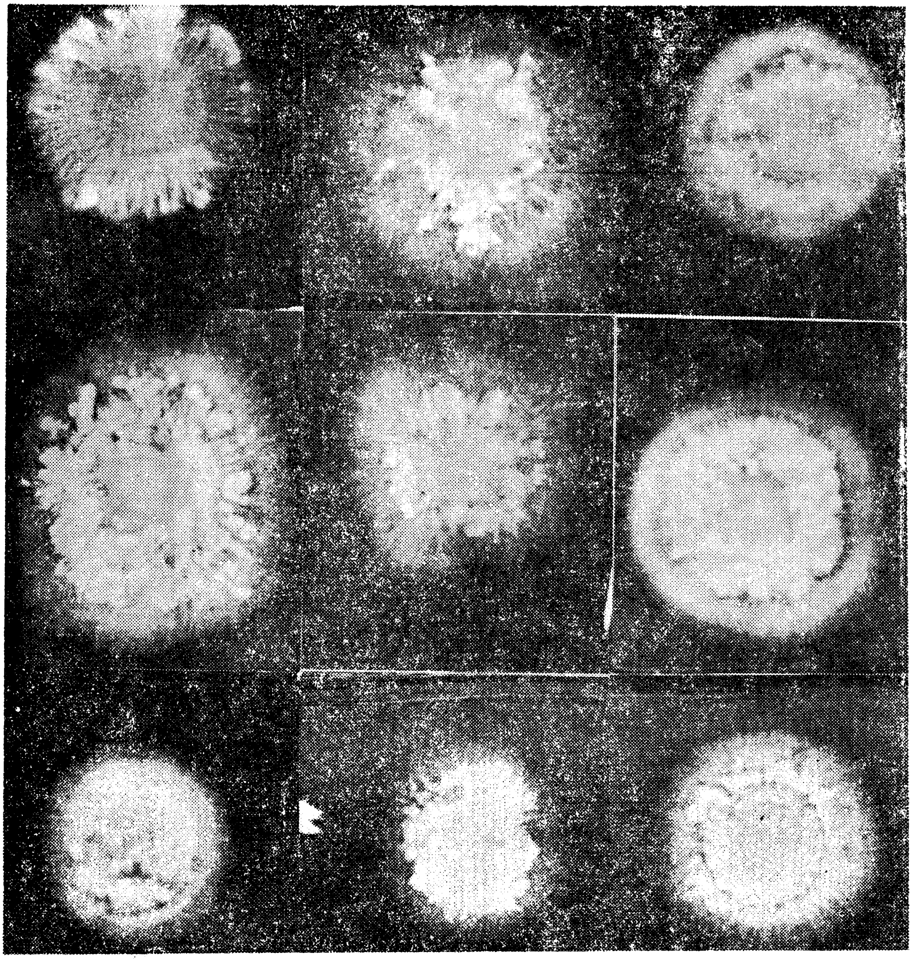
Summary

In order to closely examine a) the effect of environmental factors on mycelial growth and fructification, b) the relationships between the yield and both the rate of spawning and season of cultivation, as well as c) the quality of processing product of a new mushroom, which has been identified as *Agaricus bitorquis* by ATCC, many experiments were carried out and the conclusions are described as follows :

1. The optimum temperature for mycelial growth was 30°C ; no growth from the innoculum was observed at the temperature lower than 15°C or upper than 40°C in 15

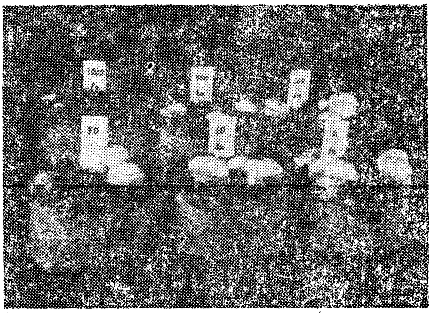
days ; the highest critical temperature for mycelial growth was 39°C.

2. The mycelia grew well in the pH range of 5.1 to 7.0, but poorly when the pH value was lowered to 4 or raised to 10.
3. Normal mycelial growth was obtained when the water content of the compost was strikingly adjusted to 56-79%, with an optimum at 56%, but the growth was limited when the water content was lower than 45%.
4. Potato-compost-dextrose agar medium was excellent for mycelial growth among the media being tested, both the compost agar medium and corn agar medium were suboptimum and the Czapek agar medium was bad for mycelial growth. The mycelia grew slowly, but easily developed primordia on PDA.
5. A great number of primordia or pinheads were obtained on agar media if the culture was put at 30°C, however only a few primordia were observed when the temperature was lowered to 25°C or raised to 35°C. The primordium could hardly be observed if the culture was put at the temperature lower than 20°C.
6. The formation of primordia was not evidently affected by change in temperature during inocubation in the range of 25 to 35°C.
7. The initiation of fruiting was not closely related to light. The culture could initiate fruiting on agar media when it was subjected to different light intensity of 0-1000 Lux. However practically it was usually exposed to 50-100 Lux for the convenience of the management of cultivation.
8. With the respect to the experiment on the relationship between the yield and the rate of spawning, it was observed that there was no significant difference in yield when the compost was spawned at the rates of 2 to 16 bottles (350 gram/bottle) per pin (ca. 3.24m^2) . In practical application, the most economic spawning rate is 2 bottles of spawn per pin.
9. From April to October the climatic conditions are suitable for cultivation of *Agaricus bitorquis* in Taiwan.
10. The quality of dehydrated product of the new mushroom A. *bitorquis* obtained by subjecting the slices of fruit-bodies to quick freezing and drying could be compared with that of dehydrated mushroom of *A. bisporus*. However, the canned product with whole mushrooms of the former was not so good as those of the latter due to the presence of thin membrances on the pileal surface of the former. It would be better if the mushrooms of the former were cut into slices.

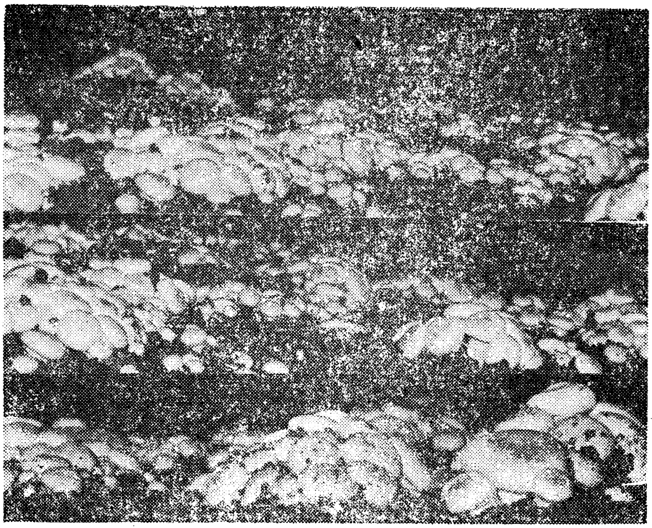


圖二、變温處理高温菇子實體在洋菜培養基上發生情形

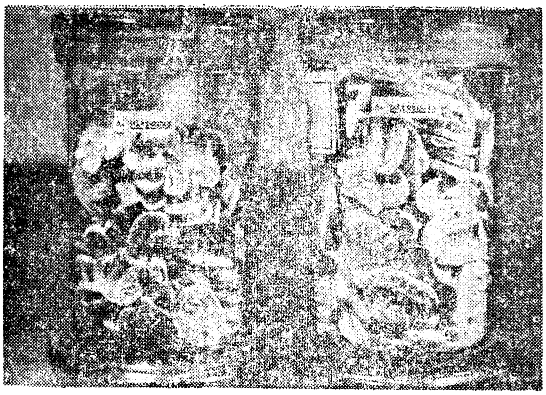
註：A：25°C 培養18天的情形。
D：30°C 培養18天的情形。
G：35°C 培養18天的情形。
B：25°C 培養 7 天後移至 30°C 再培養11天，合計培養18天的情形。
E：30°C 培養 7 天後移至 25°C 再培養11天，合計培養18天的情形。
H‥35°C 培養 7 天後移至 25°C 再培養11天，合計培養18天的情形。
C：25°C 培養 7 天後移至 35°C 再培養11天，合計培養18天的情形。
F：30°C 培養 7 天後移至 35°C 再培養11天，合計培養18天的情形。
I：35°C 培養 7 天後移至 30°C 再培養11天，合計培養18天的情形。



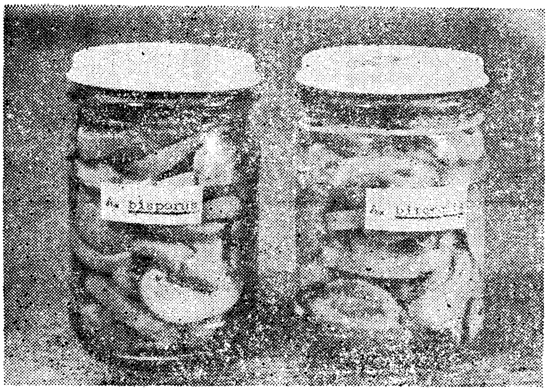
圖三、不同光照度高溫菇子實體在盆栽堆肥培養基上出菇情形



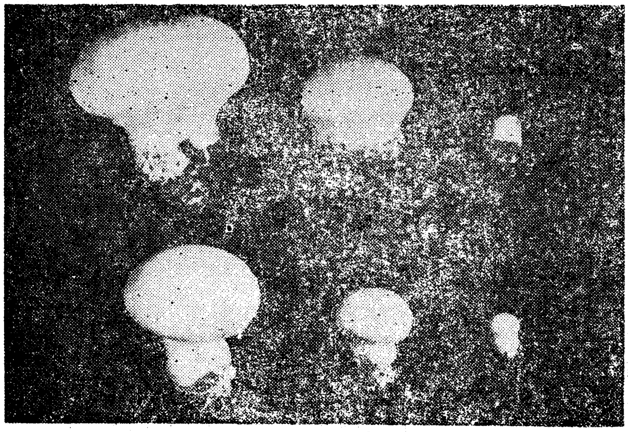
圖四、高溫菇長菇情形



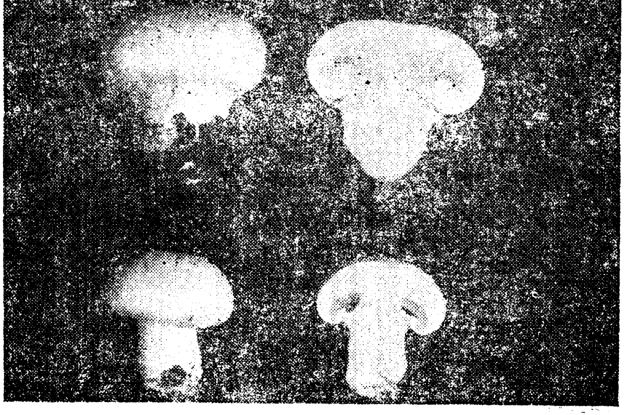
圖五、洋菇（左），高溫菇（右），冷凍脫水乾燥之成品



圖六、洋菇（左），高溫菇（右），片型玻璃罐頭成品



圖七、高溫菇（上排）與洋菇（下排）之形態



圖八、高溫菇（上排）與洋菇（下排）剖面之形態